

## 応用地質アラカルト

## IAEG Bulletin紹介 (30)

## UAVによる点群データを用いた崩落発生源の特定手法

国際委員会  
鎌田恭平

## 1. はじめに

日本国内では急峻な地形が多く、道路沿いや山間部の斜面における崩壊リスクが高いことから、地質調査におけるロックフォール（崩落）のリスク管理は、人命やインフラを守るための重要な課題となっている。従来の地質調査では主に目視や物理的な調査方法が用いられてきたが、人的負担や安全性の課題がある。そこで、海外、とりわけ欧州諸国では、LiDARや無人航空機（Uncrewed Aerial Vehicle; UAV）を活用した調査手法が普及しつつあり、より効率的で高精度な地質データの取得が可能になっている。本稿では、UAVで取得した点群データを用いて、ロックフォール発生源を特定する新しい手法を紹介する。本稿を通じて、日本におけるUAVを活用した調査手法確立の一助になることを期待する。

## 2. 論文紹介 (Identification of potential rockfall sources using UAV-derived point cloud (2021年6月公開))

## 2.1 UAVを活用した地質調査・解析の手法

本研究では、ギリシャ・クレタ島のサマリア国立公園内の道路沿い斜面を対象とし、以下に示す4段階のプロセスを通じて、ロックフォール発生源を特定している。

## (1) 3次元モデルの構築

- 1) UAV飛行による空撮を行い、対象斜面の点群データを収集する。
- 2) 画像解析ソフト（本論文ではPix4Dmapper）を用いて画像解析を行い、3次元モデルを構築する。

## (2) 不連続面の抽出

DSE (Discontinuity Set Extractor) を用いて、(1)で構築した3次元モデルから卓越する割れ目系統とそれらの情報（走向・傾斜、割れ目間隔、割れ目の連続性等）を抽出する。

## (3) 斜面安定性の評価

- 1) (2)で得られた割れ目間隔・連続性のデータとフィー

ルドおよび3次元モデル上での観察から得た情報（硬さ、風化度、地下水の有無、割れ目の開口・粗さ・介在物の有無）から割れ目系統毎にRMR (Rock Mass Rating) を算出する。

- 2) RMRと(2)で得た走向・傾斜からSMR (Slope Mass Rating, 岩盤斜面の安定性を評価する指標) を算出する。この計算は、SMRtoolを用いて自動で行われている。

## (4) ロックフォールの危険度評価

(3)で得られたSMRと(2)で得られた割れ目の間隔・連続性の情報、オーバーハングの有無をそれぞれ点数化し、足し合わせるによりRockfall susceptibility index (ロックフォールの危険度指標) を算出する。この指標は本論文で新たに考案されたものである。従来のSMRに、ロックフォールの発生に大きく起因する要素（割れ目間隔・連続性、オーバーハングの有無）を加えた指標であるため、ロックフォールの発生源となりうる箇所をより詳細に評価できる指標となっている。

これらのプロセスにおいて特定したロックフォールの発生源となりうる箇所は、過去の崩落痕跡と多く一致すること確認されており、この手法の有効性が示されたものと考えられる。

## 2.2 本手法の特徴と課題

本手法の大きな特徴は「UAVを用いた高精度かつ高速なデータ収集」と「3次元上での効率的なデータ解析」にあると考える。

従来の地質調査は労働集約的で、調査範囲や精度に限界があったが、本手法はそれを大幅に改善する。UAVを利用した写真測量技術を用いることで、アクセスが難しいフィールドでも、短時間でより詳細に調査を行うことが可能となり、その結果、作業の負担とコストを大幅に削減することにつながる。特に日本のように地形が複雑で急峻な地域では、本手法の効率性は大きな利点となる。

データ解析は、DSEのソフトウェアを利用することにより3次元モデル上で効率的に行われている。RMRを算出

するためのデータのほとんどは点群データから構築される3次元モデルから直接得ることが可能であり、フィールドからでしか得られないデータは、岩盤の硬さや風化度、地下水の有無などに限られる。さらには、解析結果（割れ目の間隔や連続性などの情報やRMRやSMRといった指標）を、段階ごとに色分けし、3次元モデル上で表現できることで、斜面全体のリスク分布を直感的に把握できる。この可視化により、発注者や土木技術者などの地質分野を専門としない者にもより分かりやすく伝えることができるだろう。特に日本のような災害リスクが高い地域においては、迅速な意思決定が求められるため、これらの技術を適用することで人的被害や財産損失を最小限に抑える効果が期待される。この視覚化機能は、既存の手法にはない大きな強みと言える。

一方で本手法にはいくつかの課題が存在する。まず、森林地帯や植生が密集した地域では、点群データ生成時にノイズが入りやすく、不連続面の特定精度が低下する場合がある。特に日本の山岳地帯では植生が多いため、この問題は本手法の適用性に影響を及ぼす可能性がある。また、オーバーハング部分は光学的死角になりやすいため、完全なデータ収集が難しいケースもある。これらの環境的制約を克服するためには、補完的な調査方法の併用が必要になる場合がある。

さらに、UAVや解析ソフトウェアの導入には高コストが伴い、運用には専門知識が必要となる点も課題である。UAVの操縦やデータの解析には技術者の育成が求められるほか、初期投資の負担が高い中小規模のプロジェクトでは採用が難しい場合も考えられる。

また、本論文で新たに考案されている指標（RSI）は、調査地の地質や地形条件に依存しているため、日本国内で適用する際には、地域ごとの調整が不可欠となる。加えて、動的な要因、例えば降雨や地震といった斜面崩壊の誘発的条件を十分に反映していない点も、本手法の課題として挙げられる。

### 3. お わ り に

本研究で提案された方法論は、UAVを活用して効率的

かつ安全な地質調査を実現できる点で、日本における地盤調査に大きく貢献する可能性がある。特に、急峻な地形や災害リスクの高い地域における調査作業では、作業員の安全性を確保しながら人件費を削減し、効率化を図れる点が大きなメリットである。また、この方法はダム基礎の地盤評価やトンネル切羽の評価、災害後のリスク評価にも適用可能であると考えられ、幅広い分野で活用が期待される。

日本国内での普及には、本技術の適用実績をつくり、技術的な課題を明らかにする（日本国内での適用性を把握する）必要があるが、これらが実現し、UAVを活用した技術が成熟すれば、地質調査の効率化がさらに進むだろう。さらには、アクセスが難しい発展途上国の現場にも応用が進む可能性があり、海外の険しい地形や遠隔地の調査作業でも、この技術が効率性や安全性向上に寄与することが期待できる。

筆者は、若手技術者として、UAVや点群データ解析を活用した調査技術がもつ可能性に魅力を感じている。この技術はまだ発展途上であるため、多くの改善や試行が必要だが、今回紹介した研究は、国内外での普及に向けた基礎的な取り組みとして重要だと考えている。将来的には、地質調査分野だけでなく、災害対策やインフラ維持管理の現場でも本技術が活用されることで、安全で持続可能な社会づくりに役立つこと期待している。

### 引用文献

D. S. N. A. Albarelli, O. C. Mavrouli, P. Nyktas (2021) :Identification of potential rockfall sources using UAV-derived point, Bulletin of Engineering Geology and the Environment. 80:6539–6561 <https://doi.org/10.1007/s10064-021-02306-2>

#### 国際委員会からのお知らせ

IAEG Bulletinは、国際会員になれば購読することができます（年会費：3,500円）。

#### 国際会員の入会案内

<https://jseg.or.jp/02-committee/international.html>

なお、IAEG BulletinのAbstractは、下記URLよりどなたでも閲覧できます。

#### IAEG Bulletin Abstract閲覧

<https://www.springer.com/journal/10064>